

## **BAB IV**

### **PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Proses Rekondisi**

Proses rekondisi pada *engine stand* Toyota Vios seri 2NZ-FE ini dilakukan melalui beberapa tahap, tahapan-tahapan dalam rekondisi media pembelajaran ini dilakukansesuai dengan perencanaan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Adapun tahapan-tahapan tersebut ialah pengujian komponen untuk memastikan kondisi komponen, serta untuk menganalisa kerusakan yang terjadi didalam mekanisme tersebut, perbaikan rangkaian kelistrikan sistem pengapian. Tahapan-tahapan rekondisi media pembelajaran tersebut dijabarkan sebagai berikut:

##### **1. Identifikasi awal**

Saat engine mulai di start mesin tidak mau menyala, dan setelah diperiksa ternyata tidak ada percikan bunga api di busi. Diduga kerusakan terdapat pada sistem pengapian.

##### **2. Membongkar Sistem Pengapian DLI.**

Pembongkaran sistem pengapian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan komponen sistem pengapian DLI pada engine Toyota Vios seri 2NZ-FE. Berikut adalah langkah pembongkaran sistem pengapian Toyota Vios seri 2NZ-FE:

- a. Melepas min batrai



Gambar 1. Melepas min batrai

- b. Melepas *socket* pada *coil*



Gambar 2. Melepas *socket* pada *coil*

- c. Melepas baut 10 yang mengikatkan *coil*



Gambar 3. Melepas *socket* pada *coil*

d. Melepas busi



Gambar 4. Melepas Busi

- 1) Melepas busi menggunakan kunci busi, kendorkan busi secara perlahan.
- 2) Mengurutkan busi sesuai silinder.
- 3) Letakkan ditempat yang aman.

e. Melepas sensor-sensor, yang terdiri dari :

- 1) *Camshaft position sensor*
- 2) *Crankshaft position sensor*
- 3) *Knock sensor*

3. Pemeriksaan Komponen Sistem Pengapian

Pemeriksaan komponen sistem pengapian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dari masing-masing komponen. Berikut penjelasan mengenai pengujian yang dilakukan pada komponen sistem pengapian.

a. Pemeriksaan sekering (Spesifikasi: 10-15 Ampere)

Dilihat apakah sekeringnya putus atau tidak (bisa juga menggunakan alat multimeter), apabila sekeringnya putus maka harus diganti.



Gambar 5. Pemeriksaan Fuse

Hasil : Kondisi sekering ada yang sudah tidak layak pakai karena sudah putus dan disambung dengan tembaga, dan jika dibiarkan dapat menimbulkan konsleting pada komponen lain.

b. Konci kontak

Fungsi utama dari kunci kontak adalah *switch* atau untuk menghubungkan dan memutus arus/tegangan dari baterai ke sistem pengapian, pada kunci kontak terdapat beberapa terminal yang berfungsi untuk menghubungkan arus dari baterai ke komponen pengapian. Untuk mengetahui apakah kunci kontak dalam keadaan baik, pengujian dilakukan dengan mengukur kontinuitas pada masing

masing terminalnya menggunakan multimeter. Kunci kontak memiliki 4 terminal yang diantaranya adalah B, ACC, IG, dan ST. Langkah pengukuran kunci kontak ini yang pertama adalah mengarahkan selektor multimeter pada ohm meter kemudian dikalibrasi. Kedua melakukan pengukuran hubungan antar terminal pada semua posisi kunci kontak. Di bawah ini tabel parameter pengukuran kontinuitas antar terminal pada kunci kontak.

Tabel 1. Parameter Pengukuran Terminal Kunci Kontak

	ACC	B	IG	ST
OFF	-	-	-	-
ACC	● — ●	-	-	-
ON	● — ● — ●	-	-	-
START	-	● — ● — ●	-	-



Gambar 6. Pengujian Kontinuitas Kunci Kontak

Kunci kontak yang baik adalah kunci kontak yang hubungan antar terminal memiliki tahanan yang kecil atau bahkan tanpa hambatan. tetapi ketika hubungannya diputus antar terminal memiliki tahanan tak hingga.

Saat dilakukan pengujian pada kunci kontak, didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Parameter Pengukuran Terminal Kunci Kontak

Posisi Kunci Kontak	Terminal yang Terhubung
OFF	Tidak ada terminal yang terhubung
ACC	B dan ACC
ON	B, ACC dan IG
START	B, IG dan ST

Dari hasil pengujian kunci kontak tersebut maka dapat diketahui bahwa kunci kontak masih dalam keadaan baik, sehingga bisa dirangkai dengan semua sistem pengapian.

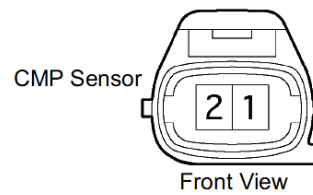
c. Tahanan Sensor Posisi *Camshaft*

Sensor posisi *camshaft* adalah sensor tipe induktif yang berfungsi mendeteksi putaran poros nok. Untuk mengetahui kondisi sensor posisi *camshaft* ini, dilakukan pengukuran tahanan menggunakan multi tester. Pengukuran ini dilakukan pada dua kondisi, yaitu saat dingin dan panas. Sensor yang baik akan memiliki tahanan seperti spesifikasi di bawah ini.

Tabel 3 Parameter Tahanan Sensor Posisi *Camshaft* (*Technical Manual 2NZ-FE Engine:2006*)

Tester Connections	Conditions	Specified Conditions
1 - 2	Cold	1,630 to 2,740 $\Omega$
1 - 2	Hot	2,065 to 3,225 $\Omega$

Component Side:



Gambar 7. Terminal Sensor Posisi *Camshaft* (*Technical Manual 2NZ-FE Engine:2006*)

Tabel 4 Hasil Pengukuran Sensor CMP

Kondisi	Hasil Pengukuran	Spesifikasi
Dingin	1850Ω	1630-2740Ω
Panas	2150 Ω	2056-3225Ω

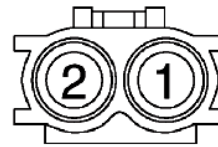
Hasil pengukuran tahanan sensor CMP ini menunjukkan bahwa tahanan sensor masih dalam kriteria spesifikasi, sehingga sensor masih dapat digunakan.

d. Tahanan Sensor Posisi *Crankshaft*

Sensor posisi crankshaft ini terpasang di depan dekat pully utama. Fungsi sensor ini adalah mendeteksi putar mesin yang kemudian dikirim ke ECU. Sensor ini merupakan tipe induktif yang pada umumnya terdapat kumparan didalamnya. Kondisi sensor ini dapat diketahui dengan mengukur tahananannya. Langkah pengukuran sensor ini pertama-tama menyiapkan multi tester, mengarahkan selektor pada pilihan ohm meter. Berikut spesifikasi tahanan yang dijelaskan dalam *Technical Manual Vios seri 2NZ-FE*.

**Component Side:**

CKP Sensor



Front View

Gambar 8. Terminal Sensor Posisi *Crankshaft* (*Technical Manual 2NZ-FE Engine:2006*)

Tabel 5 Hasil Pengukuran Sensor CKP

Kondisi	Hasil Pengukuran	Spesifikasi
Dingin	1200 $\Omega$	985-1800 $\Omega$
Panas	1400 $\Omega$	1265-1890 $\Omega$

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai tahanan sensor CKP masih dalam batas spesifikasi, sehingga sensor CKP masih layak untuk digunakan.

e. Pemeriksaan Knock Sensor

Knock sensor terbuat dari komponen piezoelectric yang berpengaruh terhadap getaran. Knocking timbul akibat terjadinya detonasi. Saat timbul knocking, sensor akan menghasilkan signal listrik yang dikirim ke ECM. Signal sensor ini kemudian digunakan ECM untuk merubah timing pengapian menjadi mundur sampai knocking tidak terdeteksi lagi. Timing pengapian akan dimajukan kembali oleh ECM secara bertahap sampai pada batas knocking terdeteksi kembali. Pengontrolan pengapian yang demikian dapat menaikkan daya mesin dan menghemat bahan bakar.





Gambar 9. Pemeriksaan Knock Sensor

Sensor ini memiliki satu terminal yaitu: terminal KNK. Terminal KNK menghasilkan tegangan untuk *output* sensor dan sebagai *signal* KNK yang di kirim ke ECM.

Tabel 6 Hasil Pengukuran knok Sensor

Spesifikasi	Hasil Pengukuran	Keterangan
10 k $\Omega$ atau lebih tinggi	$\infty$	Baik

f. Relay

Relay adalah komponen yang berfungsi sebagai saklar jarak jauh, selain itu relay juga berfungsi untuk meminilalkan hambatan pada rangkaian utama, dan memperkecil arus yang mengalir pada *switch*. Cara pengujian relay ini sebenarnya cukup mudah, pertama hubungkan terminal 30, terminal 86 ke positif baterai dan terminal 85 ke masa, kemudian ukur tegangan pada terminal 87. Relay yang baik pada terminal 87 akan terukur tegangan senilai tegangan baterai dan ketika masa dilepas tegangan akan terbaca 0 volt.



Gambar 10. Pengujian Relay

Pada pengujian yang telah dilakukan, relay sistem pengapian masih dalam kondisi normal. Hal ini dapat dilihat dari terbacanya tegangan pada terminal 87 ketika terminal 85 dan 86 dialiri arus, dan sebaliknya ketika arus diputus tegangan pada terminal 87 juga ikut hilang.

g. *Ignition Coil (Ignition Coil dengan Igniter)*

Ignition coil dengan igniter memiliki empat terminal yaitu: +B, IGT, IGF, dan GND. Terminal +B sebagai sumber tegangan dari ECM. Terminal IGT digunakan untuk mengaktifkan transistor. Terminal IGF sebagai firing order (1-3-4-2). Terminal GND sebagai massa.



Gambar 11. Memeriksa *Ignition Coil*

Memeriksa *ignition coil* dengan *igniter* :

- 1) Melepaskan konektor *ignition coil* dengan *igniter*.
- 2) Memutar *switch* kunci kontak ke posisi ON.
- 3) Terminal +B dan GND konektor *ignition coil* dengan *igniter* dihubungkan *multi tester* dengan memilih *selector* yang bertanda V.

Tabel 7 spesifikasi *ignition coil*

Spesifikasi	Hasil Pengukuran	Keterangan
9 – 14 V	Coil 1) 11,5 V	Baik
9 – 14 V	Coil 2) 11,5 V	Baik
9 – 14 V	Coil 3) 11,5 V	Baik
9 – 14 V	Coil 4) 11,5 V	Baik

#### h. Busi

Toyota Vios seri 2NZ-FE ini menggunakan busi dengan seri K16R-U untuk buatan Denso dan BKR5EYA untuk buatan NGK.

Pengujian busi ini dilakukan dengan mengukur tahanan dan melihat percikan bunga apinya menggunakan busi tester. Spesifikasi tahanan busi yang diberikan oleh Toyota adalah 10 M Ohm atau lebih.



Gambar 12. Pengujian Busi

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa tahanan busi yang terukur adalah takhingga, sedangkan untuk percikan bunga api terlihat seperti pada gambar percikan bunga api fokus berwarna biru keunguan. Dari pengujian ini dapat diketahui bahwa ke-4 busi percikan bunga api menyebar dan berwarna merah atau sudah jelek.

#### 4. Perbaikan dan Penggantian Komponen Pengapian

Perbaikan dan penggantian komponen sistem pengapian ini bertujuan untuk memperbaiki kerusakan pada sistem pengapian tipe DLI dan mengganti komponen sistem pengapian yang sudah rusak atau mengalami penurunan performa, agar engine stand dapat kembali hidup dengan normal kembali.

##### a. Proses Penggantian Komponen pada Sistem Pengapian

Berdasarkan data pemeriksaan dan pengukuran maka dapat disimpulkan komponen mana yang dapat diperbaiki dan yang harus

diganti. Komponen yang harus diganti adalah *fuse* atau sekering, busi.

Proses perbaikannya adalah sebagai berikut :

1) Penggantian sekering

Didapati pada sekering berwarna biru (Spek:15 Ampere) telah putus dan tidak dapat digunakan kembali, akibatnya apabila sekeringnya putus ialah aliran arus listrik dari baterai akan terputus.



Gambar 13. Penggantian Sekering

Maka dari itu sekering tersebut perlu diganti dengan sekering yang baru agar arus listrik dari baterai dapat tersambung kembali.

2) penggantian busi.

Proses penggantian busi dilakukan karena busi ke-4 busi percikannya kecil dan tidak fokus atau bocor, sehingga bisa menyebabkan pengapian pada mesin kurang optimal, maka busi harus diganti dengan yang baru, supaya pengapian menjadi optimal.



Gambar 14. Penggantian Busi

#### b. Perbaikan Rangkaian Kelistrikan Sistem Pengapian

Perbaikan rangkaian kelistrikan pada sistem pengapian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Sebelum perbaikan rangkaian kelistrikan sistem pengapian ini dilakukan langkah yang harus dilakukan adalah mencari kerusakan pada sistem pengapian. Didapati kerusakan ada pada putusnya kabel signal atau terminal NE+ pada soket sensor CMP, putusnya kabel pada *housing fuse*, dan diluar pada rangkaian pengapian perbaikan yang dilakukan adalah penyambungan kabel pedal gas yang putus, pembuatan soket kipas pendingin. untuk lebih jelasnya tahapan dalam membuat rangkaian sistem pengapian ini akan dijelaskan pada poin-poin berikut :

##### 1) Memperbaiki kabel signal atau terminal NE+ pada soket sensor CMP

Didapati pada kabel soket yang terhubung ECU dengan terminal NE+ putus sehingga sensor CMP tidak dapat bekerja dan *engine* pun tidak bisa dihidupkan.



Gambar 15. Kabel signal CMP

Agar sensor CMP dapat bekerja kembali dan engine dapat dihidupkan, maka kabel tersebut harus disambung kembali dan ditutupi dengan solasi (isolator) agar lebih aman dan rapi.



Gambar 16. Memperbaiki Kabel signal CMP

## 2) Melakukan penyambungan kabel pada pedal gas dengan soket

Didapati kabel pada pedal gas dengan soketnya terputus. Jika kabel pedal gas terputus maka engine hanya dapat langsam saja dan tidak dapat dilakukan akselerasi karena sensor ECU tidak dapat membaca hasil dari sensor pedal gas tersebut, maka dari itu perlu dilakukan penyambungan pada kabel pedal gas dengan soketnya.



Gambar 17. Menyambungan Kabel pada Pedal Gas dengan Soket

### 3) Memasang Soket Baru pada *Cooling Fan*

Didapati pada soket cooling fan atau kipas pendingin tidak ada atau hilang. Jika kabel kipas pendingin tidak tersambung maka kipas pendingin tidak dapat berputar dan dapat menyebabkan over heating pada engine, maka perlu dilakukan penggantian soket pada kipas pendingin agar kipas pendingin dapat bekerja dengan normal kembali.



Gambar 18. Memasang Soket Baru pada *Cooling Fan*

## **B. Proses Pengujian Kinerja Sistem Pengapian**

Pada proses pengujian kinerja dari sistem pengapian ini dilakukan dengan cara menghidupkan mesin, selain itu untuk mengetahui kinerja sistem pengapian secara mendetail dilakukan pengukuran gelombang listrik pada igniter, sensor posisi *camshaft* dan sensor posisi crankshaft. Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai pengujian yang dilakukan pada sistem pengapian.



a) Menguji Percikan Bunga Api

Untuk mengamati loncatan bunga api, dalam pengujian ini diperlukan sebuah busi sehingga busi yang menempel pada mesin harus dilepas, selain itu melepas busi juga membantu memperingan putaran mesin saat starting. Perlu diketahui jika dalam pengujian percikan bunga api pada mesin injeksi ini harus dilakukan secara hati-hati. Sebelum melakukan proses pengujian soket injector harus dilepas terlebih dahulu, hal ini sangat penting karena jika tidak dilepas bisa mengakibatkan kebakaran ketika proses pengujian dilakukan. Ketika semua telah siap maka starting mesin dapat dilakukan untuk memulai proses pengujian.

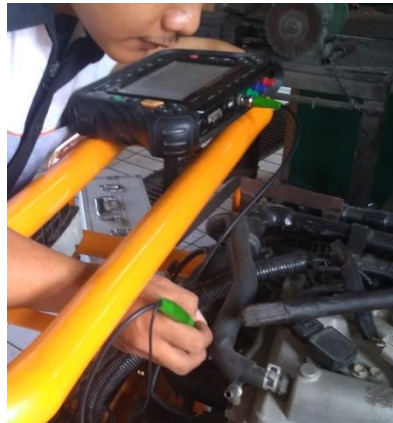


Gambar 19. Pengujian Percikan Buga Api

b) Menguji Gelombang Listrik Pada Sensor Posisi Camshaft Dan Sensor Posisi Crankshaft

Pengujian gelombang listrik pada sensor posisi *camshaft* ini dilakukan menggunakan *oscilloscope*. *Camshaft position sensor* diukur menggunakan CH1 dengan menghubungkan probe antara G2+ dan NE-, sedangkan untuk *crankshaft position sensor* diukur dengan CH2 dengan menghubungkan probe antara terminal NE+ dan NE-. Untuk *tester*

*ranganya* distel 5V/DIV, 20msec./DIV. Setelah didapat hasil maka gelombang listrik ini dicocokkan dengan spesifikasi yang ada pada *Technical Manual* Toyota Vios seri 2NZ-FE.



Gambar 20. Pengujian Gelombang Pada Sensor CKP dan CMP

c) Menguji Gelombang Listrik pada Knock Sensor

Pengetesan dilakukan menggunakan *oscilloscope* pada terminal KNK1 dan EKNK1 dengan *tester range* 1V/DIV, 1 msec./DIV. Sebelum melakukan pengetesan mesin harus terlebih dahulu dilakukan *warm up*.



Gambar 21. Pengujian Gelombang Listrik Pada *Knock Sensor*

d) Menguji Gelombang Listrik Igniter Pada Terminal IGT dan IGF

Seperti halnya dalam pengujian sensor posisi *camshaft* maupun *crankshaft*, Dalam pengujian gelombang listrik pada terminal igniter ini

dilakukan menggunakan *oscilloscope*. Pengecekan gelombang di terminal IGT dan IGF ini dilakukan pada posisi *idling*. Probe CH1 di hubungkan antara terminal IGT bergiliran dari silinder 1 sampai 4 dan terminal E1, sedangkan CH2 dihubungkan antara IGF1 dan terminal E1. Pengukuran ini dilakukan pada kondisi *idling* dengan *tester range* 2V/DIV, 20msec./DIV. Hasil dari pengujian kemudian dicocokkan dengan spesifikasi yang ada pada *Technical Manual* Toyota Vios seri 2NZ-FE.



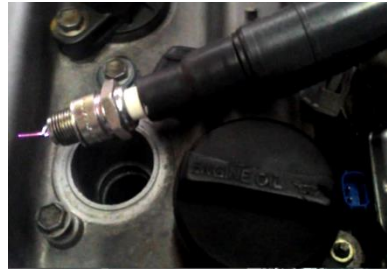
Gambar 22. Pengujian Gelombang Igniter pada Terminal IGT dan IGF

### C. Hasil Pengujian Kinerja Sistem Pengapian

Dari pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem pengapian pada *engine stand* Toyota Vios seri 2NZ-FE ini, telah didapatkan hasil pengujian yang diantaranya adalah adanya percikan bunga api, mesin dapat hidup dan pengambilan data gelombang kelistrikan pada komponen sistem pengapian. Berikut merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem pengapian.

#### 1. Percikan Bunga Api Sistem Pengapian

Di bawah ini merupakan gambar yang menunjukkan adanya percikan bunga api dari unit koil beserta igniter pada sistem pengapian.



Gambar 23. Percikan Bunga Api pada Sistem Pengapian *Engine Stand* Toyota Vios

## 2. Gelombang Listrik Pada Sensor CKP dan CMP

Berikut merupakan gambar-gelombang listrik pada sensor CKP dan CMP yang diukur menggunakan *oscilloscope*.



Gambar 24. Gelombang Listrik Pada Sensor CKP dan CMP

## 3. Gelombang Listrik pada Knock Sensor

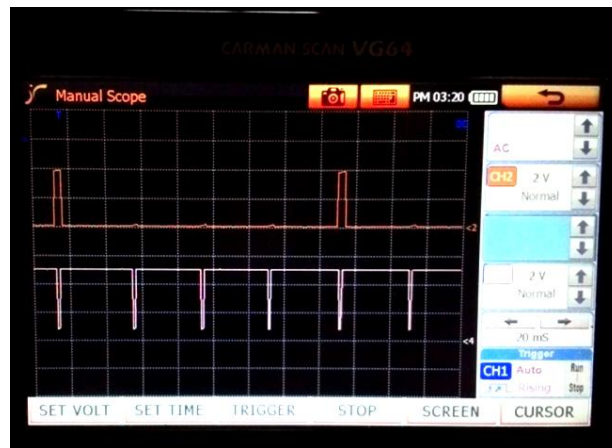
Di bawah ini merupakan gambar gelombang listrik pada *knock sensor* yang diukur menggunakan *oscilloscope*.



Gambar 25. Gelombang Listrik Pada *Knock Sensor*

#### 4. Gelombang Listrik pada Igniter

Berikut merupakan gambar gelombang listrik di terminal IGT dan IGF pada igniter yang diukur menggunakan *oscilloscope*.



Gambar 26. Gelombang Listrik Pada Igniter

### D. Pembahasan

Pada sub bab pembahasan ini akan dibahas mengenai proses rekondisi sistem pengapian pada *engine stand* Toyota Vios seri 2NZ-FE, beserta hasil pengujian kinerja dari sistem pengapian itu sendiri. Berikut penjelasan mengenai proses rekondisi dan pengujian yang dilakukan pada *enginestand* Toyota Vios seri 2NZ-FE.

#### 1. Proses Rekondisi Rangkaian Sistem Pengapian

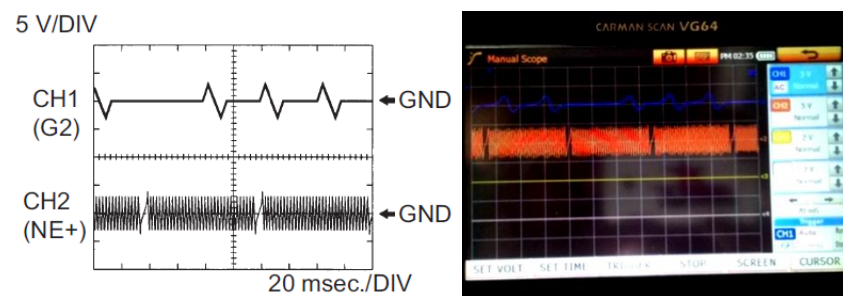
Dalam rekondisi rangkaian kelistrikan pada sistem pengapian ini terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap *wiring diagram* sistem pengapian yang ada pada *Technical Manual engine* seri 2NZ-FE. Setelah memahami *wiring diagram*, selanjutnya dilakukan pengujian kondisi dari masing-masing komponen sistem pengapian, kemudian melakukan

identifikasi kerusakan komponen. Setelah semua kondisi komponen diketahui, jika komponen masih dalam keadaan baik maka komponen tersebut tidak perlu diganti, jika komponen sudah rusak atau sudah melebihi spek maka komponen tersebut harus diganti, seperti : fuse (15A), ke-4 busi pada silinder, mengganti soket pada *cooling fan* dan lain sebagainya. Selain melakukan penggantian komponen yang rusak juga dilakukan perbaikan yang lainnya seperti penyambungan kabel-kabel yang putus.

## 2. Pengujian Kinerja Sistem Pengapian

Saat dilakukan pengetesan didapati bahwa koil pengapian telah mengeluarkan loncatan bunga api, yang dapat diartikan bahwa sistem pengapian telah bekerja. Untuk mengetahui apakah sistem pengapian telah bekerja dengan baik, maka dilakukan pengujian lebih lanjut. Pengujian dilakukan pada sensor input, igniter dan sensor *feedback* dengan cara mengukur gelombang listrik dan dibandingkan dengan parameter yang ada pada *Technical Manual* Toyota Vios seri 2NZ-FE. Berikut perbandingan dari pengukuran yang dilakukan.

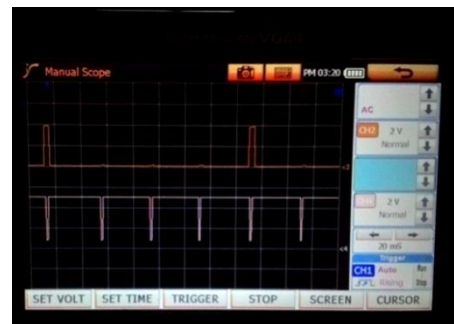
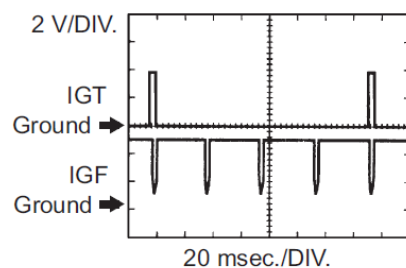
### a. Gelombang Pada Sensor CKP Dan CMP



Gambar 27. Gelombang Parameter dibandingkan dengan Gelombang Pengukuran

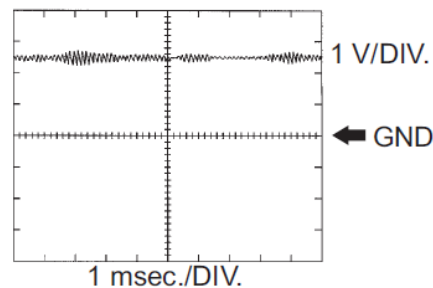
Dari gambar diatas dapat dibandingkan bahwa gelombang hasil pengukuran menggunakan *oscilloscope* sama gengan gelombang yang ada pada *Technical Manual* Toyota Vios seri 2NZ-FE. dengan begitu dapat diketahui bahwa sensor posisi *camshaft* dan sensor posisi *crankshaft* telah bekerja dengan baik.

b. Gelombang Pada Igniter



Gambar 28. Gelombang Parameter dibandingkan dengan Gelombang Pengukuran

c. Gelombang Pada Knock Sensor



Gambar 29. Gelombang Parameter dibandingkan dengan Gelombang Pengukuran

Dari hasil pengukuran yang dibandingkan dengan parameter tersebut, maka selanjutnya dapat diambil kesimpulan bahwa sistem pengapian telah bekerja dengan baik.